



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 983 966 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
08.03.2000 Patentblatt 2000/10

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: C01B 33/193, C09C 1/30,  
C08K 3/36

(21) Anmeldenummer: 99115208.3

(22) Anmeldetag: 31.07.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 03.09.1998 DE 19840153

(71) Anmelder:  
Degussa-Hüls Aktiengesellschaft  
60311 Frankfurt am Main (DE)

(72) Erfinder:  
• Blume, Anke, Dr.  
50374 Erfstadt (DE)  
• Freund, Burkhard, Dr.  
50374 Erfstadt (DE)  
• Schwalger, Bernhard  
50374 Erfstadt (DE)  
• Siray, Mustafa, Dr.  
53127 Bonn (DE)  
• Uhrlandt, Stefan, Dr.  
51143 Köln (DE)

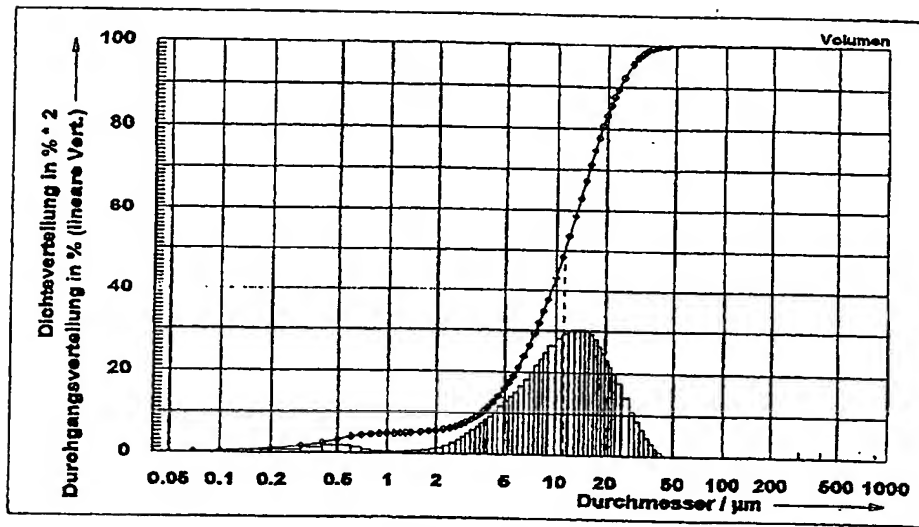
(54) **Fällungskieselsäure**

(57) Die Fällungskieselsäure mit folgenden Parametern:

BET-Oberfläche	80 - 180 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	80 - 139 m <sup>2</sup> /g
Verhältnis BET/CTAB	1,0 - 1,6
Searszahl (Verbrauch 0,1 n NaOH)	5 - 25 ml
DBP-Zahl	200 - 300 ml/100 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	< 5 %
wk-Koeffizient	< 3,4
abgebaute Partikel	< 1,0 µm
nicht abbaubare Partikel	1,0 - 100 µm

wird hergestellt, indem man Alkalisilikat mit Mineralsäuren und Aluminiumsulfatlösung bei Temperaturen von 60 - 95 °C bei einem pH-Wert von 7,0 - 10,0 unter ständigem Rühren umsetzt, die Umsetzung bis zu einer Feststoffkonzentration von 40 - 110 g/l fortsetzt, den pH-Wert auf einen Wert zwischen 3 und 5 einstellt, die Fällungskieselsäure abfiltriert, wäscht und anschließend trocknet, gegebenenfalls vermahlt oder granuliert.

Sie kann als Füllstoff in Kautschukmischungen eingesetzt werden.



Figur 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Fällungskieselsäuren, das Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung in Kautschukmischungen.

[0002] Es ist bekannt, Fällungskieselsäuren in Kautschukmischungen einzuarbeiten (S. Wolff, Kautschuk, Gummi, Kunstst. 7 (1988) S. 674). Fällungskieselsäuren müssen für die Anwendung in Kautschukmischungen leicht dispergierbar sein. Eine schlechte Dispergierbarkeit ist häufig die Ursache dafür, daß Fällungskieselsäuren in Reifenmischungen nicht zum Einsatz kommen.

[0003] Aus dem Dokument WO 95/09128 sind Fällungskieselsäuren bekannt, die in Reifen eingesetzt werden können. Eine Anwendung im Reifenunterbau wird nicht angegeben.

[0004] Durch gestiegene Anforderungen der Reifenindustrie ist auch die verbesserte Dispersion dieser Fällungskieselsäure für die Anwendung in Reifenaufläufen nicht mehr ausreichend.

[0005] In WO 96/30304 wird eine Fällungskieselsäure, die in Reifenaufläufen dispergierbar ist, beschrieben.

[0006] Mit der bekannten, in WO 96/30304 beschriebenen Fällungskieselsäure ist eine Reduktion des Rollwiderstandes des Reifens um 20-30% im Vergleich zu mit Ruß gefüllten Reifen möglich. Dies bedeutet eine Kraftstoffersparnis um ca. 5%.

[0007] Zum Rollwiderstand eines PKW-Reifens tragen unterschiedliche Reifenbauteile mit verschiedenen Anteilen bei:

Lauffläche:	50 %
Gürtel:	20 %
Karkasse:	10 %
Seitenwand:	10 %
Wulst:	5 %
Innenschicht:	5 %

[0008] Bei einem LKW-Reifen ist der Anteil der einzelnen Reifensegmente am Rollwiderstand unterschiedlich zu der Verteilung bei einem PKW-Reifen:

Lauffläche:	30 %
Gürtel:	20 %
Karkasse:	24 %
Seitenwand:	10 %
Wulst:	16 %

[0009] Diese Rollwiderstandsanteilverteilung zeigt, daß im PKW-Reifen 50 % und im LKW-Reifen sogar 70 % des Rollwiderstandes durch Bauteile aus dem Reifenunterbau beeinflußt werden. Bislang werden im Reifenunterbau überwiegend Ruße als aktive Füllstoffe eingesetzt.

[0010] Die Erfindung betrifft die Entwicklung von Fällungskieselsäuren für den Einsatz im Reifenunterbau, mit dem Ziel, eine weitere deutliche Absenkung des Rollwiderstandes zu erreichen. Die Voraussetzung für den Einsatz von Fällungskieselsäuren im Reifenunterbau ist deren leichte Dispergierbarkeit.

[0011] Von Seiten der Automobilindustrie besteht die Forderung, den Rollwiderstand um weitere ca. 10 % abzusenken. Dieses ist bislang nicht möglich gewesen.

[0012] LKW-Reifenkunden fordern zusätzlich eine Erhöhung der Lebensdauer von LKW-Reifen. Der Einsatz der erfindungsgemäßen Fällungskieselsäuren erfüllt auch diese Forderung mit einer Absenkung der Wärmebildung.

[0013] Gegenstand der Erfindung ist eine Fällungskieselsäure, welche gekennzeichnet ist durch einen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt von 0,2 bis 5,0 Gew.-% und einem  $w_k$ -Koeffizienten kleiner 3,4.

[0014] Die erfindungsgemäße Fällungskieselsäure kann eine BET-Oberfläche von 80 bis 180  $\text{m}^2/\text{g}$  aufweisen.

[0015] Die erfindungsgemäße Fällungskieselsäure kann eine CTAB-Oberfläche von 80 bis 139 m<sup>2</sup>/g aufweisen.

[0016] Die erfindungsgemäße Fällungskieselsäure kann durch die folgenden physikalisch-chemischen Daten gekennzeichnet sein:

BET-Oberfläche	80 - 180 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	80 - 139 m <sup>2</sup> /g
Verhältnis BET/CTAB	1,0 - 1,6
Searszahl (Verbrauch 0,1 n NaOH)	5 - 25 ml
DBP-Zahl	200 - 300 ml/100 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	< 5 %
wk-Koeffizient	< 3,4
abgebaute Partikel	< 1,0 µm
nicht abbaubare Partikel	1,0 - 100 µm

[0017] Die physikalisch-chemischen Daten werden mit folgenden Methoden bestimmt:

BET-Oberfläche Areameter, Fa. Ströhlein, gemäß ISO 5794/Annex D

CTAB-Oberfläche bei pH 9, gemäß Jay, Janzen und Kraus in „Rubber Chemistry and Technology“ 44 (1971) 1287

Searszahl nach G.W. Sears, Analyt. Chemistry 12 (1956) 1982

DBP-Zahl ASTM D 2414-88

wk-Koeffizient Cilas-Granulometer 1064 L (Beschreibung siehe unten)

[0018] Die erfindungsgemäße Fällungskieselsäure kann in einer bevorzugten Ausführungsform die folgenden physikalisch-chemischen Daten aufweisen:

BET-Oberfläche	90 - 150 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	80 - 130 m <sup>2</sup> /g
Verhältnis BET/CTAB	1,0 - 1,6
Searszahl (Verbrauch 0,1 n NaOH)	5 - 25 ml
DBP-Zahl	200 - 300 ml/100 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	< 2 %
wk-Koeffizient	< 3,4
abgebaute Partikel	< 1,0 µm
nicht abbaubare Partikel	1,0 - 30 µm

[0019] Die erfindungsgemäße Fällungskieselsäure kann in einer besonders bevorzugten Ausführungsform die folgenden physikalisch-chemischen Daten aufweisen:

BET-Oberfläche	90 - 150 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	80 - 130 m <sup>2</sup> /g
Verhältnis BET/CTAB	1,0 - 1,6
Searszahl (Verbrauch 0,1 n NaOH)	5 - 25 ml
DBP-Zahl	200 - 300 ml/100 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	0,2 bis 0,66 %
wk-Koeffizient	< 3,4
abgebaute Partikel	< 1,0 µm
nicht abbaubare Partikel	1,0 - 30 µm

[0020] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung der Fällungskieselsäure mit den folgenden physikalisch-chemischen Parametern:

BET-Oberfläche	80 - 160 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	80 - 140 m <sup>2</sup> /g
Verhältnis BET/CTAB	1,0 - 1,6
Searszahl (Verbrauch 0,1 n NaOH)	5 - 25 ml
DBP-Zahl	200 - 300 ml/100 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	0,2 bis 5 %
wk-Koeffizient	< 3,4
abgebaute Partikel	< 1,0 µm
nicht abbaubare Partikel	1,0 - 100 µm

welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man Alkalisilikat mit Mineralsäuren und Aluminiumsulfatlösung bei Temperaturen von 60 - 95 °C bei einem pH-Wert von 7,0 - 11,0 unter kontinuierlichem Rühren umsetzt, die Umsetzung bis zu einer Feststoffkonzentration von 40 g/l - 110 g/l fortsetzt, den pH-Wert auf einen Wert zwischen 3 und 5 einstellt, die Fällungskieselsäure abfiltriert, wäscht, anschließend trocknet und gegebenenfalls vermahlt oder granuliert.

[0021] In einer besonderen Form kann die Zugabe von Wasserglas, Aluminiumsulfatlösung und Schwefelsäure für 30 - 90 min unterbrochen und anschließend fortgesetzt werden.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform kann man handelsübliches Natronwasserglas (Modul 3,2 - 3,5) mit Schwefelsäure bei einem pH-Wert zwischen 7,5 und 10,5 umsetzen, wobei ein Teil des Natronwasserglases bereits zum Einstellen des pH-Wertes in die Vorlage gegeben wird. Die Zugabe von Wasserglas und Schwefelsäure wird über einen Zeitraum bis 120 min aufrechterhalten, wobei in einer besonderen Form die Zugabe für 30 - 90 min unterbrochen werden kann, anschließend kann auf pH 3 - 5 angesäuert, filtriert, gewaschen und getrocknet werden.

[0023] Zur Erzielung einer besonders guten Dispergierbarkeit erfolgt die gleichzeitige Zugabe von Natronwasserglas und Schwefelsäure vorzugsweise zwischen 40 - 90 min. Dabei kann die Oberfläche der Kieselsäure über die Fälldauer eingestellt werden.

[0024] Zur Filtration kann man Kammerfilterpressen oder Membranfilterpressen oder Bandfilter oder Drehfilter oder Membranfilterpressautomaten oder zwei der Filter in Kombination einsetzen.

[0025] Zur Trocknung kann man einen Stromtrockner, Etagentrockner, Flash-Trockner, Spin-Flash-Trockner oder ähnliche Einrichtungen einsetzen.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann man verflüssigten Filterkuchen in einem Sprühtrockner mit Atomizer oder Zweistoffdüse oder Einstoffdüse und/oder integriertem Fließbett trocknen.

[0027] Zur Granulation kann man einen Walzenkompaktor oder ähnliche Einrichtung einsetzen.

[0028] In einer besonders bevorzugten Form können die Fällungskieselsäuren mittels einer Flash-Trocknung getrocknet werden.

[0029] Die erfindungsgemäße Fällungskieselsäure kann mit Organosilanen der Formeln I bis III modifiziert werden:



oder



in denen bedeuten

B: -SCN, -SH, -Cl, -NH<sub>2</sub> (wenn q = 1) oder -Sx- (wenn q = 2),

R und R<sup>1</sup>: eine Alkylgruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, den Phenylrest, wobei alle Reste R und R<sup>1</sup> jeweils die gleiche oder eine verschiedene Bedeutung haben können,

R: eine C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub>-Alkyl, -C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub>-Alkoxygruppe,

n: 0; 1 oder 2,

Alk: einen zweiwertigen linearen oder verzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 18 Kohlenstoffatomen,

m: 0 oder 1,

Ar: einen Arylenrest mit 6 bis 12 C-Atomen, bevorzugt mit 6 C-Atomen,

p: 0 oder 1 mit der Maßgabe, daß p und n nicht gleichzeitig 0 bedeuten,

x: eine ganze Zahl von 2 bis 8,

Alkyl: einen einwertigen linearen oder verzweigten gesättigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, bevorzugt 2 bis 8 Kohlenstoffatomen,

Alkenyl: einen einwertigen linearen oder verzweigten ungesättigten Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 20 Kohlenstoffatomen, bevorzugt 2 bis 8 Kohlenstoffatomen.

q: 1 oder 2

[0030] Bevorzugterweise können die in der Tabelle 1 aufgeführten Silane eingesetzt werden:

Tabelle 1

## Silane

Degussa Nomenclature	Chemical Name	Chemical Formula	CAS-No.	EINECS	TSCA/MITI
Si 69	Bis(triethoxysilylpropyl)tetrasulfane	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-S_4-(CH_2)_3-Si(OC_2H_5)_3$	40372-72-3	254-896-5	listed/2-3124
Si 108	Octyltriethoxysilane	$(CH_3O)_3Si-C_8H_{17}$	3069-40-7	221-388-7	not listed
Si 116	Hexadecyltriethoxysilane	$(CH_3O)_3Si-C_{16}H_{33}$	16415-12-6	240-464-3	PMN/ ---
Si 118*	Octadecyltriethoxysilane	$(CH_3O)_3Si-C_{18}H_{37}$	3069-42-9	221-339-2	listed/ ---
Si 203	Propyltriethoxysilane	$(C_2H_5O)_3Si-C_3H_7$	2550-02-9	219-842-7	listed/ ---
Si 208	Octyltriethoxysilane	$(C_2H_5O)_3Si-C_8H_{17}$	2943-75-1	220-941-2	listed/ ---
Si 230	3-Chloropropyltriethoxysilane	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-Cl$	5089-70-3	225-805-6	listed/ ---
Si 255*	Ethyl(3-triethoxysilylpropyl)carbamate	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-NHCOOC_2H_5$	17945-05-0	241-872-4	listed/ ---
Si 264	3-Thiocyanatopropyltriethoxysilane	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-SCN$	34708-08-2	252-161-3	listed/ ---
Si 266*	Bis(triethoxysilylpropyl)disulfane	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-S_2-(CH_2)_3-Si(OC_2H_5)_3$	56706-10-6	260-350-7	not listed
Si 270*	(3-Triethoxysilylpropyl)trimethylammonium-chloride in ethanol/ water	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-N^+(CH_3)_3 Cl^-$	84901-27-9	284-463-6	not listed
Si 275*	(3-Triethoxysilylpropyl)dimethyloctadecyl-ammoniumchloride in ethanol/ water	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-N^+(CH_3)_2 (C_{18}H_{37})Cl^-$	62117-57-1	263-413-7	not listed
Mixil* N 50*	3-Aminopropyltriethoxysilane/	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-NH_2 /$	919-30-2/	213-048-4/	listed/2-2061
Si 251/ Si 252	Bis(3-triethoxysilylpropyl)amine	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-NH-(CH_2)_3-Si(OC_2H_5)_3$	13497-18-2	236-818-1	
Si 216	Hexadecyltriethoxysilane	$(C_2H_5O)_3Si-C_{16}H_{33}$			

## Silane Emulsions

Degussa Nomenclature	Active Ingredient	Chemical Formula	CAS-No.	EINECS	TSCA
WS 374	Bis(triethoxysilylpropyl)tetrasulfane	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-S_4-(CH_2)_3-Si(OC_2H_5)_3$	40372-72-3	254-896-5	listed
WS 405	Octyltriethoxysilane	$(C_2H_5O)_3Si-C_8H_{17}$	2943-75-1	220-941-2	listed
WS 431	Hexadecyltriethoxysilane	$(C_2H_5O)_3Si-C_{16}H_{33}$	16415-13-7	240-465-9	not listed
WS 650	3-Thiocyanatopropyltriethoxysilane	$(C_2H_5O)_3Si-(CH_2)_3-SCN$	34708-08-2	252-161-3	listed

\* limited availability

e Modifizierung mit Organosilanen kann in Mischungen von 0,5 bis 50 Teilen, bezogen auf 100 Teile Fällungs-säure, insbesondere 2 bis 15 Teile, bezogen auf 100 Teile Fällungskieselsäure, durchgeführt werden, wobei n zwischen Fällungskieselsäure und Organosilan während der Mischungsherstellung (in situ) oder außerhalb (in situ) durch Aufsprühen und anschließendes Tempern der Mischung oder durch Mischen des Silans und Suspension mit anschließender Trocknung und Temperung durchgeführt werden kann.

einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann als Silan das Bis(triethoxysilyl-propyl)-tetrasulfan (Si 69 der Degussa AG) eingesetzt werden.

e erfindungsgemäße Fällungskieselsäure kann in vulkanisierbaren Kautschukmischungen als Verstärker-lengen von 2 bis 200 Teilen, bezogen auf 100 Teile Kautschuk als Pulver, Mikroperlen oder Granulat sowohl modifizierung als auch ohne Silanmodifizierung eingemischt werden.

[0034] Die Zugabe eines oder mehrerer der oben genannten Silane kann zusammen mit den erfindungsgemäßen Kieselsäuren zur Kautschukmischung erfolgen, wobei die Reaktion zwischen Füllstoff und Silan während des Mischprozesses bei erhöhten Temperaturen abläuft (in-situ-Modifizierung) oder in bereit vormodifizierter Form (zum Beispiel DE-PS 40 04 781), das heißt, beide Reaktionspartner werden außerhalb der eigentlichen Mischungsherstellung zur Reaktion gebracht.

[0035] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Fällungskieselsäuren mit Organosilanen in Mischungen von 0,5 bis 50 Teilen, bezogen auf 100 Teile Fällungskieselsäure, insbesondere 2 bis 15 Teile, bezogen auf 100 Teile Fällungskieselsäure zu modifizieren, wobei die Reaktion zwischen Fällungskieselsäure und Organosilan während der Mischungsherstellung (in situ) oder außerhalb durch Aufsprühen und anschließendes Tempern der Mischung oder durch Mischen des Silans und der Kieselsäuresuspension mit anschließender Trocknung und Temperung durchgeführt wird.

[0036] Neben Mischungen, die ausschließlich die erfindungsgemäßen Kieselsäuren, mit und ohne Organosilane gemäß Formel I bis III als Füllstoffe enthalten, können die Kautschukmischungen zusätzlich mit einem oder mehreren mehr oder weniger verstärkenden Füllstoffen gefüllt sein. So kann ein Verschnitt zwischen Rußen (zum Beispiel Furnace-, Gas-, Flamm-, Acetylenruße) und den erfindungsgemäßen Kieselsäuren, mit und ohne Silan, aber auch zwischen Naturfüllstoffen, wie zum Beispiel Clays, Kieselkreiden, weiteren bekannten im Handel erhältlichen Kieselsäuren und den erfindungsgemäßen Kieselsäuren eingesetzt werden.

[0037] Das Verschnittverhältnis richtet sich auch hier, wie bei der Dosierung der Organosilane, nach dem zu erzielenden Eigenschaftsbild der fertigen Gummimischung. Das Verhältnis zwischen den erfindungsgemäßen Fällungskieselsäuren und den anderen oben genannten Füllstoffen kann 5 - 95 % betragen.

[0038] Neben den erfindungsgemäßen Kieselsäuren, den Organosilanen und anderen Füllstoffen bilden die Elastomere einen weiteren wichtigen Bestandteil der Kautschukmischung. Die erfindungsgemäßen Kieselsäuren können in allen mit Beschleuniger/Schwefel, aber auch peroxidisch vernetzbaren Kautschukarten, eingesetzt werden. Zu nennen sind hierbei Elastomere, natürliche und synthetische, ölgestreckt oder nicht, als Einzelpolymer oder Verschnitt (Blend) mit anderen Kautschuken, wie zum Beispiel Naturkautschuke, Butadienkautschuke, Isoprenkautschuke, Butadien-Styrol-Kautschuke, insbesondere SBR, hergestellt mittels des Lösungspolymerisationsverfahrens, Butadien-Acrylnitrilkautschuke, Butylkautschuke, Terpolymere aus Ethylen, Propylen und nicht konjugierte Diene. Ferner kommen für Kautschukgemische mit den genannten Kautschuken die folgenden zusätzlichen Kautschuke in Frage:

[0039] Carboxylkautschuke, Epoxidkautschuke, Trans-Polypentenamer, halogenierte Butylkautschuke, Kautschuke aus 2-Chlor-Butadien, Ethylen-Vinylacetat-Copolymere, Ethylen-Propylen-Copolymere, gegebenenfalls auch chemische Derivate des Naturkautschuks sowie modifizierte Naturkautschuke.

[0040] Weitere Zusätze, wie Weichmacher, Stabilisatoren, Aktivatoren, Pigmente, Alterungsschutzmittel und Verarbeitungshilfsmittel, können in den üblichen Dosierungen eingesetzt werden.

[0041] Die erfindungsgemäßen Fällungskieselsäuren, mit und ohne Silan, können Einsatz in allen Gummianwendungen, vor allem im Reifen, hier vor allem im Reifenunterbau, aber auch zum Beispiel in Fördergurten, Dichtungen, Keilriemen, Schläuchen, Schuhsohlen etc., finden.

[0042] Außerdem kann die erfindungsgemäße Fällungskieselsäure in Batterieseparatoren, in Silikonkautschuk und als Trägerkieselsäure zum Einsatz kommen.

[0043] Zur Erzielung eines guten Wertebildes in einer Polymermischung ist die Dispersion der Fällungskieselsäure in der Matrix, dem Polymer, von entscheidender Bedeutung.

[0044] Es hat sich gezeigt, daß der wk-Koeffizient ein Maß für die Dispergierbarkeit einer Fällungskieselsäure ist.

[0045] Der wk-Koeffizient wird wie folgt bestimmt:

[0046] Die Messung beruht auf dem Prinzip der Laserbeugung. Dabei wird mit einem CILAS-Granulometer 1064 L gemessen.

[0047] Zur Bestimmung werden 1,3 g der Fällungskieselsäure in 25 ml Wasser überführt und 4,5 min mit Ultraschall bei 100 W (90 % gepulst) behandelt. Danach wird die Lösung in die Meßzelle überführt und eine weitere Minute mit Ultraschall behandelt.

[0048] Die Detektion mit Hilfe zweier sich in einem unterschiedlichen Winkel zur Probe befindlichen Laserdioden erfolgt während der Ultraschallbehandlung. Nach dem Prinzip der Lichtbeugung werden die Laserstrahlen gebeugt. Das entstehende Beugungsbild wird rechnergestützt ausgewertet. Die Methode ermöglicht es, über einen weiten Meßbereich (ca. 40 nm - 500 µm) die Partikelgrößenverteilung zu bestimmen.

[0049] Ein wesentlicher Punkt hierbei ist, daß der Energieeintrag durch Ultraschall eine Simulation des Energieeintrags durch mechanische Kräfte in industriellen Mischaggregaten der Reifenindustrie darstellt.

[0050] Die Ergebnisse der Messungen der Partikelgrößenverteilung von erfindungsgemäßen Fällungskieselsäuren und von Vergleichskieselsäuren sind in den Figuren 1 - 6 dargestellt.

[0051] Die Kurven zeigen im Bereich um 1,0 - 100 µm ein erstes Maximum in der Partikelgrößenverteilung und im Bereich < 1,0 µm ein weiteres Maximum. Der Peak im Bereich 1,0 - 100 µm gibt den Anteil an unzerkleinerten Kieselsäurepartikeln nach der Ultraschallbehandlung an. Diese recht groben Partikel werden in den Kautschukmischungen schlecht dispergiert. Der zweite Peak mit deutlich kleineren Partikelgrößen (< 1,0 µm) gibt denjenigen Teil an Partikeln



der Kieselsäure an, der während der Ultraschallbehandlung zerkleinert worden ist. Diese sehr kleinen Partikel werden in Kautschukmischungen ausgezeichnet dispergiert.

[0052] Der wk-Koeffizient ist nun das Verhältnis der Peakhöhe der nicht abbaubaren Partikel (B), deren Maximum im Bereich 1,0 - 100 µm (B') liegt, zur Peakhöhe der abgebauten Partikel (A), deren Maximum im Bereich < 1,0 µm (A') liegt.

[0053] Die Zusammenhänge veranschaulicht die schematische Grafik gemäß Figur 7.

[0054] Der wk-Koeffizient ist damit eine Maß für die „Abbaubarkeit“ (=Dispergierbarkeit) der Fällungskieselsäure. Es gilt, eine Fällungskieselsäure ist umso leichter dispergierbar, je kleiner der wk-Koeffizient ist, d.h. je mehr Partikel bei der Einarbeitung in Kautschuk abgebaut werden.

[0055] Die erfindungsgemäßen Kieselsäuren haben wk-Koeffizienten < 3,4. Das Maximum in der Partikelgrößenverteilung der nicht abbaubaren Partikel der erfindungsgemäßen Fällungskieselsäure liegt im Bereich 1,0 - 100 µm. Das Maximum in der Partikelgrößenverteilung der abgebauten Partikel der erfindungsgemäßen Fällungskieselsäure liegt im Bereich < 1,0 µm. Bekannte Fällungskieselsäuren haben deutlich höhere wk-Koeffizienten und andere Maxima in den Partikelgrößenverteilungen gemessen mit dem CILAS-Granulometer 1064 L und sind somit schlechter dispergierbar.

[0056] Die Dispergierbarkeit einer Fällungskieselsäure wird durch den Dispersionskoeffizienten D ausgedrückt. Dieser wird gemäß folgender Formel bestimmt:

$$D[\%] = \frac{\text{Summe der Partikelfläche/Bildanzahl} \cdot 10\,000 \cdot \text{Medialfaktor}}{\text{Füllstoffvolumen} \cdot \text{Bildfläche}}$$

$$\text{Medialfaktor} = \frac{\text{Füllstoffvolumen}/100 + 0,78}{2}$$

[0057] Die Auswertung erfolgt lichtmikroskopisch bei 150facher Vergrößerung an Glanzschnitten der Vulkanisate. Als nicht dispergierbare Partikel wurden Partikel größer als 28 µm<sup>2</sup> ausgewertet. Es werden 40 Bilder ausgewertet.

#### Beispiele

[0058] In den Beispielen werden folgende Stoffe eingesetzt:

SMR 20	Naturkautschuk
SMR 10	Naturkautschuk
Buna CB 10	Butadienkautschuk
Krynox 1712	Styrol-Butadien-Kautschuk auf Basis Emulsionspolymerisation
Buna SB 1500	Styrol-Butadien-Kautschuk auf Basis Emulsionspolymerisation
X 50 S	50:50 Verschnitt aus Si 69 (Bis(3-triethoxysilylpropyl)tetrasulfan und N 330
ZnO RS	Zinkoxid
Stearinsäure	
Sunpar 150	paraffinisches Öl
Naftolen ZD	aromatisches Öl
Novares C 80	Harz
Koresin (Pastillen)	Phenol Formaldehyd Harz
Antilux 654	Mikrokristalliner Wachs
Vulkanox 4020	N-(1, 3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin
Vulkanox 4010 NA/LG	Alterungsschutzmittel
Vulkanox HS/LG	Alterungsschutzmittel
Protektor G 35 P	Ozonschutzwachs
Cofill 11 GR	Haftvermittler auf Resorcin-Basis
HEXA K	Hexamethylentetramin
DPG	Diphenylguanidin
CBS	N-Cyclohexyl-2-benzthiazylsulfenamid
TBBS	N-tert. Butyl-2-benzthiazylsulfenamid
Schwefel	
Crystex unlöslich	unlöslicher Schwefel

Vergleichsprodukte:**[0059]**

5	Corax N 326	Ruß der Degussa
	Corax N 375	Ruß der Degussa
	Corax N 660	Ruß der Degussa
	Ultrasil VN2	Kieselsäure der Degussa mit einer $N_2$ -Oberfläche von ca. $125 \text{ m}^2/\text{g}$ ; $Al_2O_3$ -Gehalt 0,16 Gew.-%
	Ultrasil VN3	Kieselsäure der Degussa mit einer $N_2$ -Oberfläche von ca. $125 \text{ m}^2/\text{g}$ ; $Al_2O_3$ -Gehalt 0,17 Gew.-%
10	Hisil 233	Kieselsäure der PPG mit einer $N_2$ -Oberfläche von ca. $150 \text{ m}^2/\text{g}$ ; $Al_2O_3$ -Gehalt 0,33 Gew.-%
	Perkasil KS 300	Kieselsäure der Akzo mit einer $N_2$ -Oberfläche von ca. $125 \text{ m}^2/\text{g}$ ; $Al_2O_3$ -Gehalt 0,14 Gew.-%
	Perkasil KS 404	Kieselsäure der Akzo mit einer $N_2$ -Oberfläche von ca. $160 \text{ m}^2/\text{g}$ ; $Al_2O_3$ -Gehalt 0,15 Gew.-%
	Perkasil KS 408	Kieselsäure der Akzo mit einer $N_2$ -Oberfläche von ca. $160 \text{ m}^2/\text{g}$ ; $Al_2O_3$ -Gehalt 0,15 Gew.-%
15	Zeosil 1165 MP	Kieselsäure der Rhone-Poulenc mit einer $N_2$ -Oberfläche von ca. $150 \text{ m}^2/\text{g}$ ; $Al_2O_3$ -Gehalt 0,65 Gew.-%

**Beispiel 1**

Herstellung einer Fällungskieselsäure im  $N_2$ -Bereich von  $120 - 140 \text{ m}^2/\text{g}$

[0060] In einem Bottich werden unter Rühren  $46 \text{ m}^3$  Wasser auf  $88^\circ\text{C}$  erwärmt. Unter Aufrechterhaltung der Temperatur von  $88^\circ\text{C}$  werden bei pH 9,0, der durch Zugabe von Natronwasserglas eingestellt wird, soviel Natronwasserglas (Modul 3,42, Dichte 1,348) und 96%ige Schwefelsäure unter ständigem Rühren zudosiert, so daß nach 125 min ein Feststoffgehalt von  $88,5 \text{ g/l}$  erreicht ist. Zusätzlich werden gleichzeitig unter ständigem Rühren 265 l einer Aluminiumsulfatlösung (Dichte 1,28) zudosiert. Danach wird Schwefelsäure bis zum Erreichen eines pH-Wertes zwischen 3 und 5 zugegeben. Der Feststoff wird auf einer Filterpresse abgetrennt, gewaschen und anschließend getrocknet und gegebenenfalls vermahlen.

[0061] Die erhaltene Fällungskieselsäure hat die folgenden physikalisch-chemischen Daten:

BET-Oberfläche	$123 \text{ m}^2/\text{g}$
CTAB-Oberfläche	$110 \text{ m}^2/\text{g}$
BET/CTAB	1,12
DBP-Zahl	$203 \text{ ml}/100 \text{ g}$
Searszahl	9,7
$Al_2O_3$ -Gehalt	0,59 %
wk-Koeffizient	0,5

**Beispiel 2**

Herstellung einer Fällungskieselsäure im  $N_2$ -Bereich von  $130 - 150 \text{ m}^2/\text{g}$

[0062] In einem Bottich werden unter Rühren  $53,5 \text{ l}$  Wasser auf  $80^\circ\text{C}$  erwärmt. Unter Aufrechterhaltung der Temperatur von  $80^\circ\text{C}$  werden bei pH 9,0, der durch Zugabe von Natronwasserglas eingestellt wird, soviel Natronwasserglas (Modul 3,42, Dichte 1,348) und 50 %ige Schwefelsäure unter ständigem Rühren zudosiert, so daß nach 67 min ein Feststoffgehalt von  $92,9 \text{ g/l}$  erreicht ist. Zusätzlich werden unter ständigem Rühren  $0,255 \text{ l}$  einer Aluminiumsulfatlösung (Dichte 1,28) zudosiert. Danach wird Schwefelsäure bis zum Erreichen eines pH-Wertes zwischen 3 und 5 zugegeben. Der Feststoff wird auf einer Filterpresse abgetrennt, gewaschen und anschließend einer Kurz- oder Langzeitrocknung unterworfen und gegebenenfalls vermahlen.

[0063] Die erhaltene Fällungskieselsäure hat die folgenden physikalisch-chemischen Daten:

BET-Oberfläche	129 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	124 m <sup>2</sup> /g
BET/CTAB	1,04
DBP-Zahl	243 ml/100 g
Searszahl	16,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	0,59 %

**Beispiel 3**

Herstellung einer Fällungskieselsäure im N<sub>2</sub>-Bereich von 120 - 140 m<sup>2</sup>/g

[0064] In einem Bottich werden unter Rühren 54,6 l Wasser auf 80°C erwärmt. Unter Aufrechterhaltung der Temperatur von 80°C werden bei pH 9,0, der durch Zugabe von Natronwasserglas eingestellt wird, soviel Natronwasserglas (Modul 3,42, Dichte 1,348) und 50%ige Schwefelsäure unter ständigem Rühren zudosiert, so daß nach 67 min ein Feststoffgehalt von 91,4 g/l erreicht ist. Zusätzlich werden unter ständigem Rühren 0,784 l einer Aluminiumsulfatlösung (Dichte 1,28) zudosiert. Danach wird Schwefelsäure bis zum Erreichen eines pH-Wertes zwischen 3 und 5 zugegeben. Der Feststoff wird auf einer Filterpresse abgetrennt, gewaschen und anschließend einer Kurz- oder Langzeitrocknung unterworfen und gegebenenfalls vermahlen.

[0065] Die erhaltene Fällungskieselsäure hat die folgenden physikalisch-chemischen Daten:

BET-Oberfläche	152 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	129 m <sup>2</sup> /g
BET/CTAB	1,19
DBP-Zahl	241 ml/100 g
Searszahl	16,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	0,98 %

**Beispiel 4**

Herstellung einer Fällungskieselsäure im N<sub>2</sub>-Bereich von 120 - 140 m<sup>2</sup>/g

[0066] In einem Bottich werden unter Rühren 50,4 l Wasser auf 80°C erwärmt. Unter Aufrechterhaltung der Temperatur von 80°C werden bei pH 9,0, der durch Zugabe von Natronwasserglas eingestellt wird, soviel Natronwasserglas (Modul 3,42, Dichte 1,348) und 50%ige Schwefelsäure unter ständigem Rühren zudosiert, so daß nach 67 min ein Feststoffgehalt von 97,6 g/l erreicht ist. Zusätzlich werden unter ständigem Rühren 1,47 l einer Aluminiumsulfatlösung (Dichte 1,28) zudosiert. Danach wird Schwefelsäure bis zum Erreichen eines pH-Wertes zwischen 3 und 5 zugegeben. Der Feststoff wird auf einer Filterpresse abgetrennt, gewaschen und anschließend einer Kurz- oder Langzeitrocknung unterworfen und gegebenenfalls vermahlen.

[0067] Die erhaltene Fällungskieselsäure hat die folgenden physikalisch-chemischen Daten:

BET-Oberfläche	130 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	101 m <sup>2</sup> /g
BET/CTAB	1,29

(fortgesetzt)

DBP-Zahl	227 ml/100 g
Searszahl	18,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	1,96 %

**Beispiel 5**

Herstellung einer Fällungskieselsäure im N<sub>2</sub>-Bereich von 140 - 160 m<sup>2</sup>/g

[0068] In einem Bottich werden unter Rühren 50,4 l Wasser auf 80°C erwärmt. Unter Aufrechterhaltung der Temperatur von 80°C werden bei pH 9,0, der durch Zugabe von Natronwasserglas eingestellt wird, soviel Natronwasserglas (Modul 3,42, Dichte 1,348) und 50%ige Schwefelsäure unter ständigem Rühren zudosiert, so daß nach 67 min ein Feststoffgehalt von 99,4 g/l erreicht ist. Zusätzlich werden unter ständigem Rühren 2,21 l einer Aluminiumsulfatlösung (Dichte 1,28) zudosiert. Danach wird Schwefelsäure bis zum Erreichen eines pH-Wertes zwischen 3 und 5 zugegeben. Der Feststoff wird auf einer Filterpresse abgetrennt, gewaschen und anschließend einer Kurz- oder Langzeitrocknung unterworfen und gegebenenfalls vermahlen.

[0069] Die erhaltene Fällungskieselsäure hat die folgenden physikalisch-chemischen Daten:

BET-Oberfläche	154 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	100 m <sup>2</sup> /g
BET/CTAB	1,54
DBP-Zahl	222 ml/100 g
Searszahl	16,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	4,28 %

**Beispiel 6**

[0070] Bestimmung des wk-Koeffizienten mit dem Cilas Granulometer 1064 L an einer erfindungsgemäßen Kieselsäure mit einer BET-Oberfläche von 110-130 m<sup>2</sup>/g gemäß Beispiel 1 und Vergleich mit Standardkieselsäuren im selben Oberflächenbereich. Zusätzlich sind die Werte B, A, B' und A' gemäß Figur 7 angegeben.

Produktname	CTAB-Oberfläche [m <sup>2</sup> /g]	wk-Koeffizient	B	A	B' [µm]	A' [µm]
Ultrasil VN 2	120	20	40	2	13,3	0,5
Perkasil KS 300	120	6	24	4	11,7	0,5
KS Beispiel 1	123	0,5	19	37,5	7,7	0,5

**Beispiel 7**

[0071] Bestimmung des wk-Koeffizienten mit dem Cilas Granulometer 1064 L an einer erfindungsgemäßen Kieselsäure mit einer BET-Oberfläche von 120-140 m<sup>2</sup>/g und Vergleich mit Standardkieselsäure im selben Oberflächenbereich. Zusätzlich sind die Werte B, A, B' und A' gemäß Figur 7 angegeben.

Produktname	CTAB-Oberfläche [m <sup>2</sup> /g]	wk-Koeffizient	B	A	B' [µm]	A' [µm]
Hisil 233	138	26,7	32	1,2	14,4	0,5

(fortgesetzt)

Produktname	CTAB-Oberfläche [m <sup>2</sup> /g]	wk-Koeffizient	B	A	B' [μm]	A' [μm]
KS Beispiel 9	130	1,5	40	27	3,4	0,5
KS Beispiel 7	129	1,1	30	27,5	3,0	0,5

**Beispiel 8**

**[0072]** Bestimmung des wk-Koeffizienten mit dem Cilas Granulometer 1064 L an einer erfindungsgemäßen Kiesel-säure mit einer BET-Oberfläche von 140-160 m<sup>2</sup>/g und Vergleich mit Standardkieselsäuren im selben Oberflächenbereich. Zusätzlich sind die Werte B, A, B' und A' gemäß Figur 7 angegeben.

Produktname	CTAB-Oberfläche [m <sup>2</sup> /g]	wk-Koeffizient	B	A	B' [μm]	A' [μm]
Zeosil 1165 MP	150	3,4	38,7	11,4	7,9	0,6
Perkasil 404	160	18,3	33	1,8	15,4	0,6
Perkasil 408	160	12,9	27	2,1	13,4	0,6
KS Beispiel 5	154	1,7	22	13	3,4	0,55
KS Beispiel 3	152	1,4	33	24	3,0	0,5

Tabelle 2

WK-Koeffizienten der erfindungsgemäßen Fällungskiesel-säuren					
Beispiel Nr.	WK	B	A	B' [μm]	A' [μm]
1	0,5	19	37,5	7,7	0,5
2	1,1	30	27,5	3,0	0,5
3	1,4	33	24	3,0	0,5
4	1,5	40	27	3,4	0,5
5	1,7	22	13	3,4	0,55

**Beispiel 9**

**[0073]** Meßergebnisse der erfindungsgemäßen Fällungskieselsäuren nach Beispiel 6 und Beispiel 7 im Vergleich zu Standardfällungskieselsäuren (siehe Figur 1-6 im Anhang).

**Beispiel 10**

**[0074]** Erfindungsgemäße Fällungskieselsäure nach Beispiel 4 (mit einem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt von 0,59 Gew.-%) im Vergleich zu Standardkieselsäure und dem bisher Verwendung findenden verschnitten vom Ruß N 660 und dem Ruß N 375 in einer NR/BR-Mischung für eine Reifen Seitenwand:

	1	2	3
SMR 10	50	50	50
Buna CB 10	50	50	50
Corax N 660	20	20	20
Corax N 375	30	-	-
Zeosil 1165 MP	-	30	-
Erfindungsgemäße Kieselsäure (Beispiel 4)	-	-	30
X 50 S	-	3	3
ZnO RS	3,5	3,5	3,5
Stearinsäure	2	2	2
Naftolen ZD	7	7	7
Novares C 80	3	3	3
Protektor G 35 P	3	3	3
Vulkanox 4020	2,5	2,5	2,5
Vulkacit D	-	2	2
Vulkacit CZ-MG-C	-	1	1
TBBS	0,8	-	-
Schwefel	1,8	1,8	1,8
Mooney-Viskosität ML(1+4)	56	70	64
Vulkanisatdaten: 160 °C/t <sub>95</sub> % t <sub>95</sub> [%]	12,4	6,8	6,4
Modul 300 % [MPa]	5,2	7,0	7,2
Heat Build Up $\Delta T_{center}$ [°C]	88	64	51
Permanent Set [%]	2,6	0,8	0,5
Phillips-Wert	7	7	8
Ball Rebound 60 °C	67	74	79
tan $\delta$ 60 °C	0,129	0,080	0,067

[0075] Die erfindungsgemäße Kieselsäure gemäß Beispiel 9 führt gegenüber der Standardkieselsäure Zeosil 1165 MP mit einem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt von 0,65 Gew.-% und einer CTAB-Oberfläche von 150 m<sup>2</sup>/g und einem wk-Koeffizienten von 3,4 und dem bislang in einer Seitenwandmischung Verwendung findenden Ruß N 375 zu einer höheren Vulkanisationsgeschwindigkeit, höheren Modulwerten, niedrigerem Hitzeaufbau (was einer längeren Lebensdauer eines Reifens entspricht) und einem höheren Ball Rebound 60 °C und einem niedrigeren tan  $\delta$  60 °C (was einem niedrigeren Rollwiderstand entspricht).

#### Beispiel 11

[0076] Erfindungsgemäße Fällungskieselsäure nach Beispiel 1 im Vergleich zu dem bisher Verwendung findenden Ruß N 326 in einer NR/SBR-Mischung für eine Reifenkarkasse mit einem speziellen Haftsystm:

	1	2
SMR 10	60	60
Buna SB 1500	40	40
Corax N 326	50	-
Erfindungsgemäße Kieselsäure (Beispiel 1)	-	50
Ultrasil VN 3	15	15
X 50 S	-	7

(fortgesetzt)

	1	2
ZnO RS	8	8
Stearinsäure	1	1
Cofill 11 GR	5	5
Naftolen ZD	3	3
Vulkanox 4010 NA/LG	0,5	0,5
Vulkanox HS/LG	0,8	0,8
HEXA K	1,5	1,5
TBBS	0,8	1,5
Crystex unlöslich	4	4
DPG	-	2
Vulkanisatdaten: 160 ° C/t <sub>95</sub> %		
Trennfestigkeit (tack) [N]	13,8	26,7

**[0077]** Die erfindungsgemäße Kieselsäure gemäß Beispiel 1 führt gegenüber dem bislang in einer Karkassmischung mit einem speziellen Haftsystm Verwendung findenden Ruß N 326 zu einer höheren Trennfestigkeit (was einer höheren Verarbeitungssicherheit bei der Konfektionierung entspricht).

#### Figuren 1 bis 7

**[0078]**

Figur 1 Ergebnis der Messung von Ultrasil VN 2 mit der Laserbeugungsmethode.

Figur 2 Ergebnis der Messung von Perkasil KS 300 mit der Laserbeugungsmethode.

Figur 3 Ergebnis der Messung von erfindungsgemäßer Kieselsäure nach Beispiel 1 mit der Laserbeugungsmethode.

Figur 4 Ergebnis der Messung von Hisil 233 mit der Laserbeugungsmethode.

Figur 5 Ergebnis der Messung von erfindungsgemäßer Kieselsäure nach Beispiel 4 mit der Laserbeugungsmethode.

Figur 6 Ergebnis der Messung von erfindungsgemäßer Kieselsäure nach Beispiel 2 mit der Laserbeugungsmethode.

Figur 7 Ermittlung des wk-Koeffizienten.

#### Patentansprüche

1. Fällungskieselsäure, gekennzeichnet durch einen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt von 0,2 bis 5,0 Gew.-% und einem wk-Koeffizienten kleiner 3,4.
2. Fällungskieselsäure nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine CTAB-Oberfläche von 80 bis 139 m<sup>2</sup>/g aufweist.
3. Fällungskieselsäure nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine BET-Oberfläche von 80 bis 180 m<sup>2</sup>/g aufweist.
4. Fällungskieselsäure nach Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch folgende Parameter:

BET-Oberfläche	80 - 180 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	80 - 139 m <sup>2</sup> /g
Verhältnis BET/CTAB	1,0 - 1,6
Searszahl (Verbrauch 0,1 n NaOH)	5 - 25 ml
DBP-Zahl	200 - 300 ml/100 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	< 5 %
wk-Koeffizient	< 3,4
abgebaute Partikel	< 1,0 µm
nicht abbaubare Partikel	1,0 - 100 µm

5. Verfahren zur Herstellung der Fällungskieselsäure nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man Alkalisilikatlösung mit Mineralsäuren und Aluminiumsalzlösung in wäßrigem Milieu bei Temperaturen von 60 bis 95 °C, bei einem pH-Wert von 7,0 bis 10,0 umsetzt, die Umsetzung bis zu einer Feststoffkonzentration von 40 bis 110 g/l fortsetzt, den pH-Wert auf einen Wert zwischen 3 und 5 einstellt und die erhaltene Fällungskieselsäure auf bekanntem Wege aufarbeitet.

6. Verfahren zur Herstellung einer Fällungskieselsäure nach Anspruch 4 mit folgenden Parametern:

BET-Oberfläche	80 - 180 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	80 - 139 m <sup>2</sup> /g
Verhältnis BET/CTAB	1,0 - 1,6
Searszahl (Verbrauch 0,1 n NaOH)	5 - 25 ml
DBP-Zahl	200 - 300 ml/100 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	< 5 %
wk-Koeffizient	< 3,4
abgebaute Partikel	< 1,0 µm
nicht abbaubare Partikel	1,0 - 100 µm

dadurch gekennzeichnet, daß man Alkalisilikatlösung mit Mineralsäuren und Aluminiumsulfatlösung bei Temperaturen von 60 - 95 °C bei einem pH-Wert von 7,0 - 10,0 unter ständigem Rühren umsetzt, die Zugabe von Alkalisilikatlösung, Mineralsäure und Aluminiumsulfatlösung gegebenenfalls für 30 bis 90 min. unterbricht, die Umsetzung bis zu einer Feststoffkonzentration von 40 - 110 g/l fortsetzt, den pH-Wert auf einen Wert zwischen 3 und 5 einstellt, die Fällungskieselsäure abfiltriert, wäscht und anschließend trocknet, gegebenenfalls vermahlt oder granuliert.

7. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Filtration Kammerfilterpressen oder Membranfilterpressen oder Bandfilter oder Drehfilter oder Membranfilterpressautomaten oder zwei der Filter in Kombination einsetzt.

8. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Trocknung einen Stromtrockner, Etagentrockner, Flash-Trockner, Spin-Flash-Trockner oder ähnliche Einrichtungen einsetzt.

9. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man verflüssigten Filterkuchen in einem Sprühtrockner mit Atomizer oder Zweistoffdüse oder Einstoffdüse und/oder integriertem Fließbett trocknet.



10. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Granulation einen Walzenkompaktor oder ähnliche Einrichtungen einsetzt.

11. Fällungskieselsäuren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ihre Oberflächen mit Organosilanen der Formel I bis III



oder



modifiziert sind, in denen bedeuten

B: -SCN, -SH, -Cl, -NH<sub>2</sub> (wenn q = 1) oder -Sx- (wenn q = 2),

R und R<sup>1</sup>: eine Alkylgruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, den Phenylrest, wobei alle Reste R und R<sup>1</sup> jeweils die gleiche oder eine verschiedene Bedeutung haben können,

R: eine C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub>-Alkyl, -C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub>-Alkoxygruppe,

n: 0; 1 oder 2,

Alk: einen zweiwertigen linearen oder verzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 18 Kohlenstoffatomen,

m: 0 oder 1,

Ar: einen Arylenrest mit 6 bis 12 C-Atomen, bevorzugt mit 6 C-Atomen,

p: 0 oder 1 mit der Maßgabe, daß p und n nicht gleichzeitig 0 bedeuten,

x: eine ganze Zahl von 2 bis 8,

Alkyl: einen einwertigen linearen oder verzweigten gesättigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, bevorzugt 2 bis 8 Kohlenstoffatomen,

Alkenyl: einen einwertigen linearen oder verzweigten ungesättigten Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 20 Kohlenstoffatomen, bevorzugt 2 bis 8 Kohlenstoffatomen,

q: 1 oder 2

12. Verfahren zur Herstellung der Kieselsäuren gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß man die Fällungskieselsäuren mit Organosilanen in Mischungen von 0,5 bis 50 Teilen, bezogen auf 100 Teile Fällungskieselsäure, insbesondere 1 bis 15 Teile, bezogen auf 100 Teile Fällungskieselsäure modifiziert, wobei die Reaktion zwischen Fällungskieselsäure und Organosilan während der Mischungsherstellung (in situ) oder außerhalb durch Aufsprühen und anschließendes Tempern der Mischung oder durch Mischen des Silans und der Kieselsäuresuspension mit anschließender Trocknung und Temperung durchgeführt wird.

13. Vulkanisierbare Kautschukmischungen und Vulkanisate, die die Fällungskieselsäure gemäß Anspruch 1 mit folgenden physikalisch-chemischen Parametern

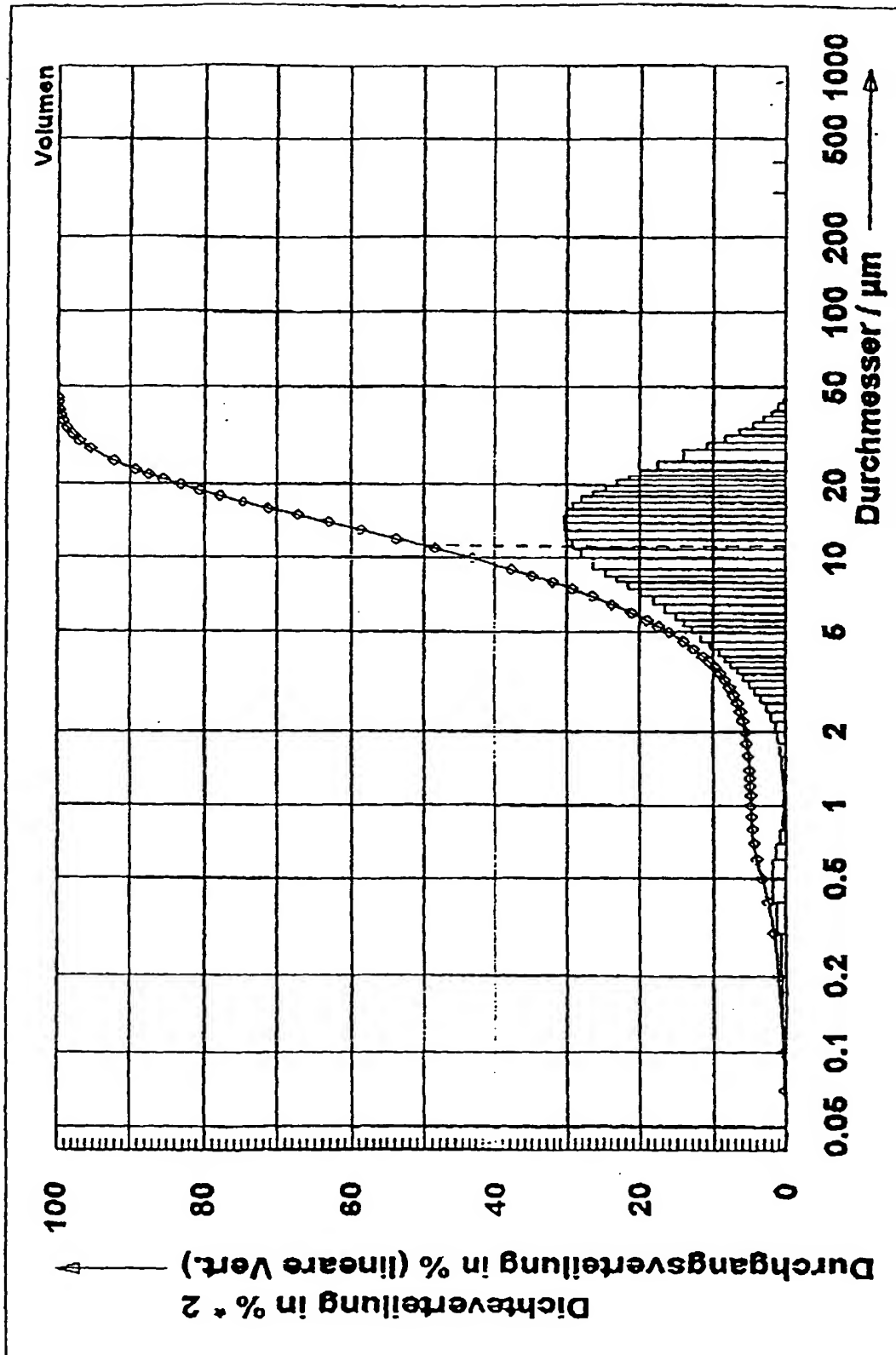
BET-Oberfläche	80 - 180 m <sup>2</sup> /g
CTAB-Oberfläche	80 - 139 m <sup>2</sup> /g

# EP 0 983 966 A1

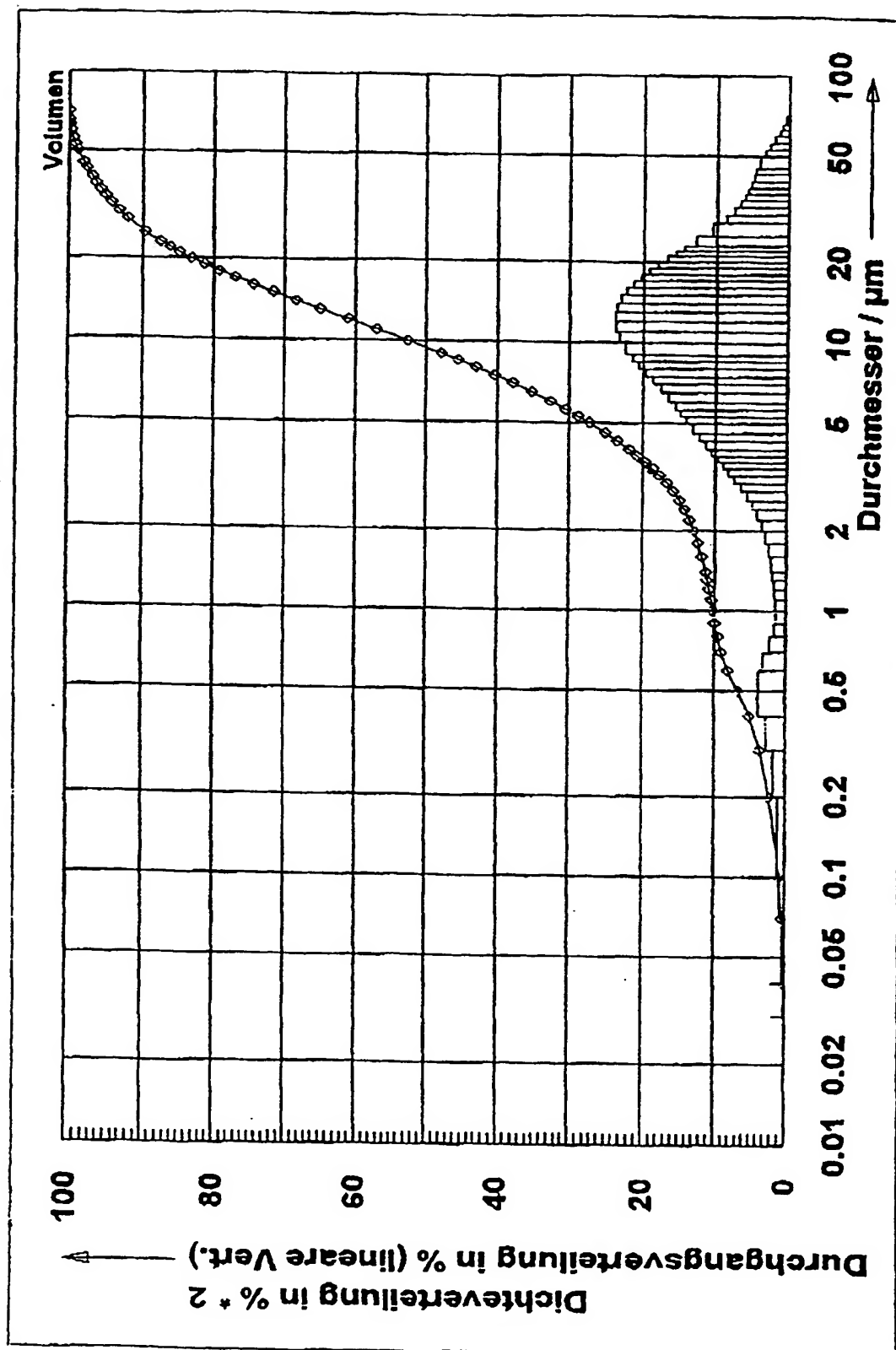
(fortgesetzt)

Verhältnis BET/CTAB	1,0 - 1,6
Searszahl (Verbrauch 0,1 n NaOH)	5 - 25 ml
DBP-Zahl	200 - 300 ml/100 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	< 5 %
wk-Koeffizient	< 3,4
abgebaute Partikel	< 1,0 µm
nicht abbaubare Partikel	1,0 - 100 µm

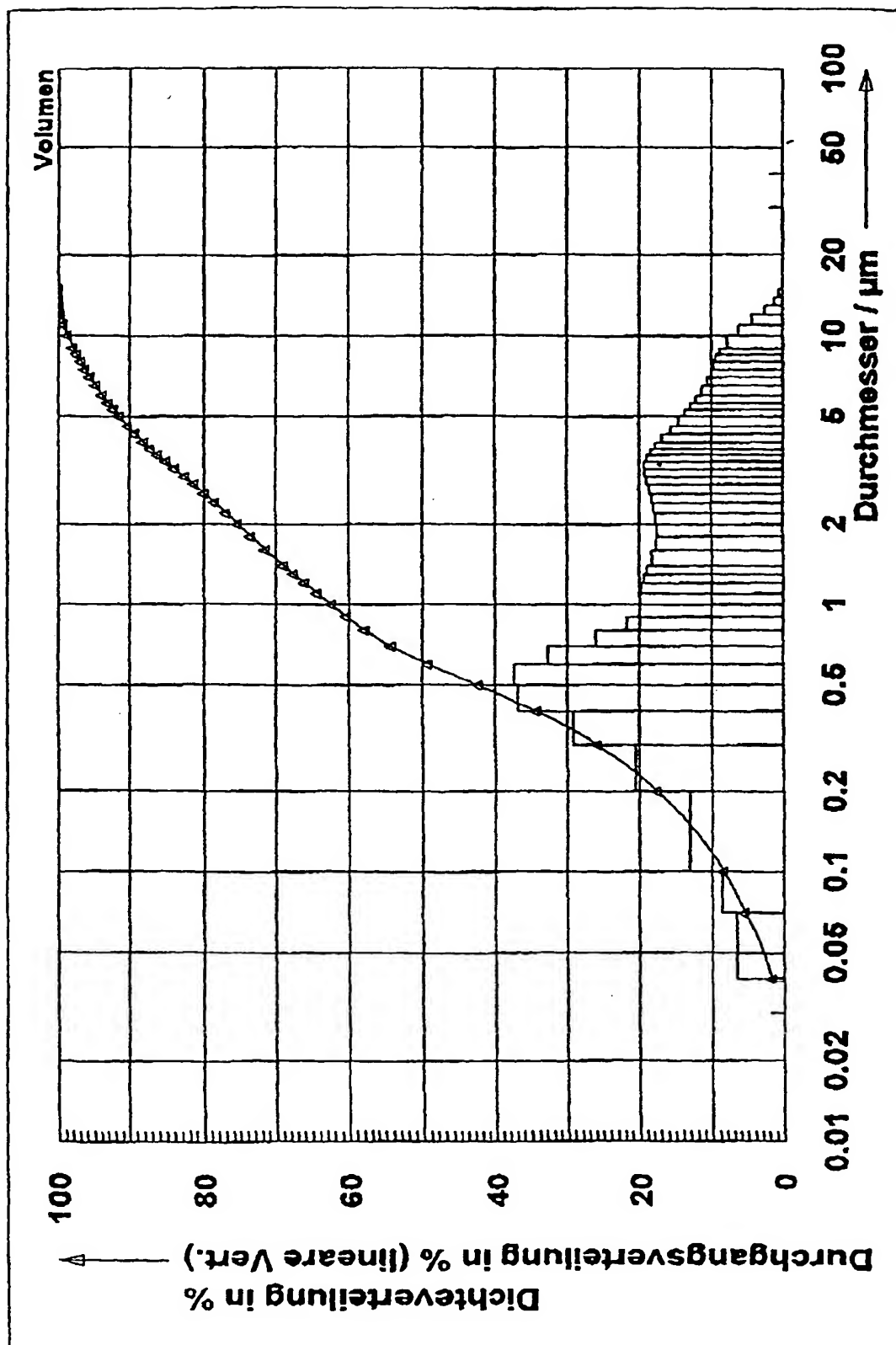
als Füllstoff enthalten.



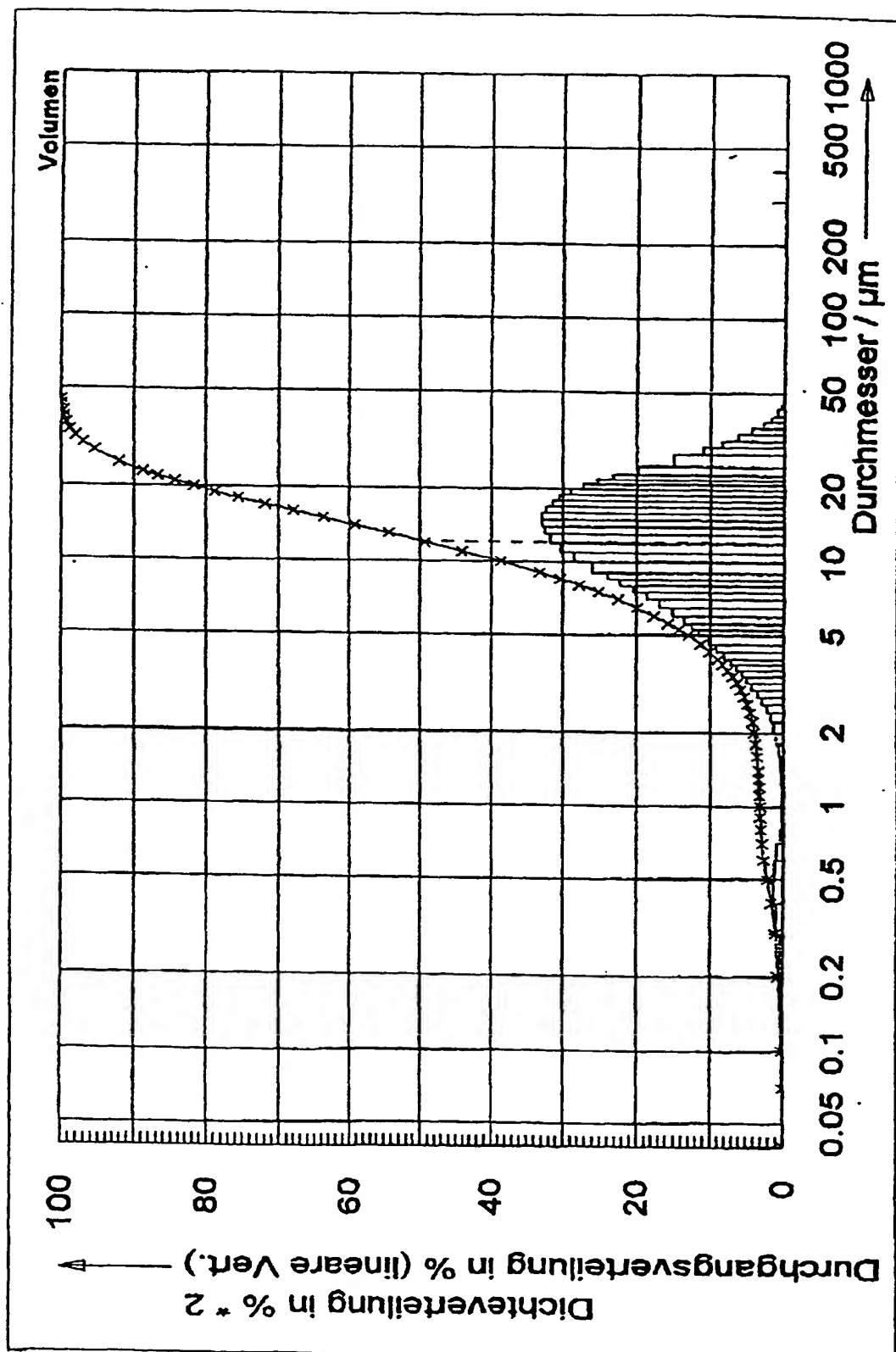
Figur 1



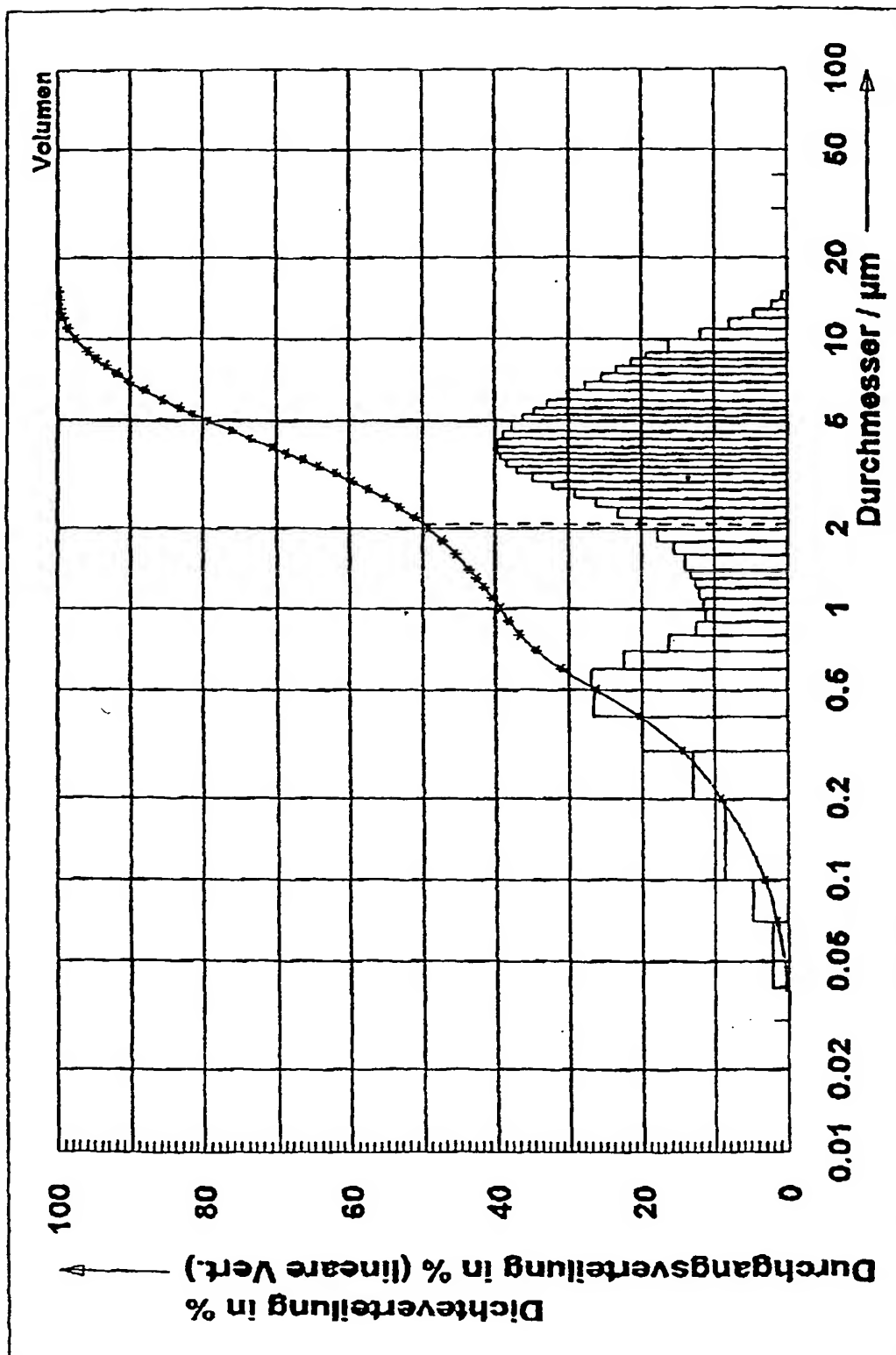
Figur 2



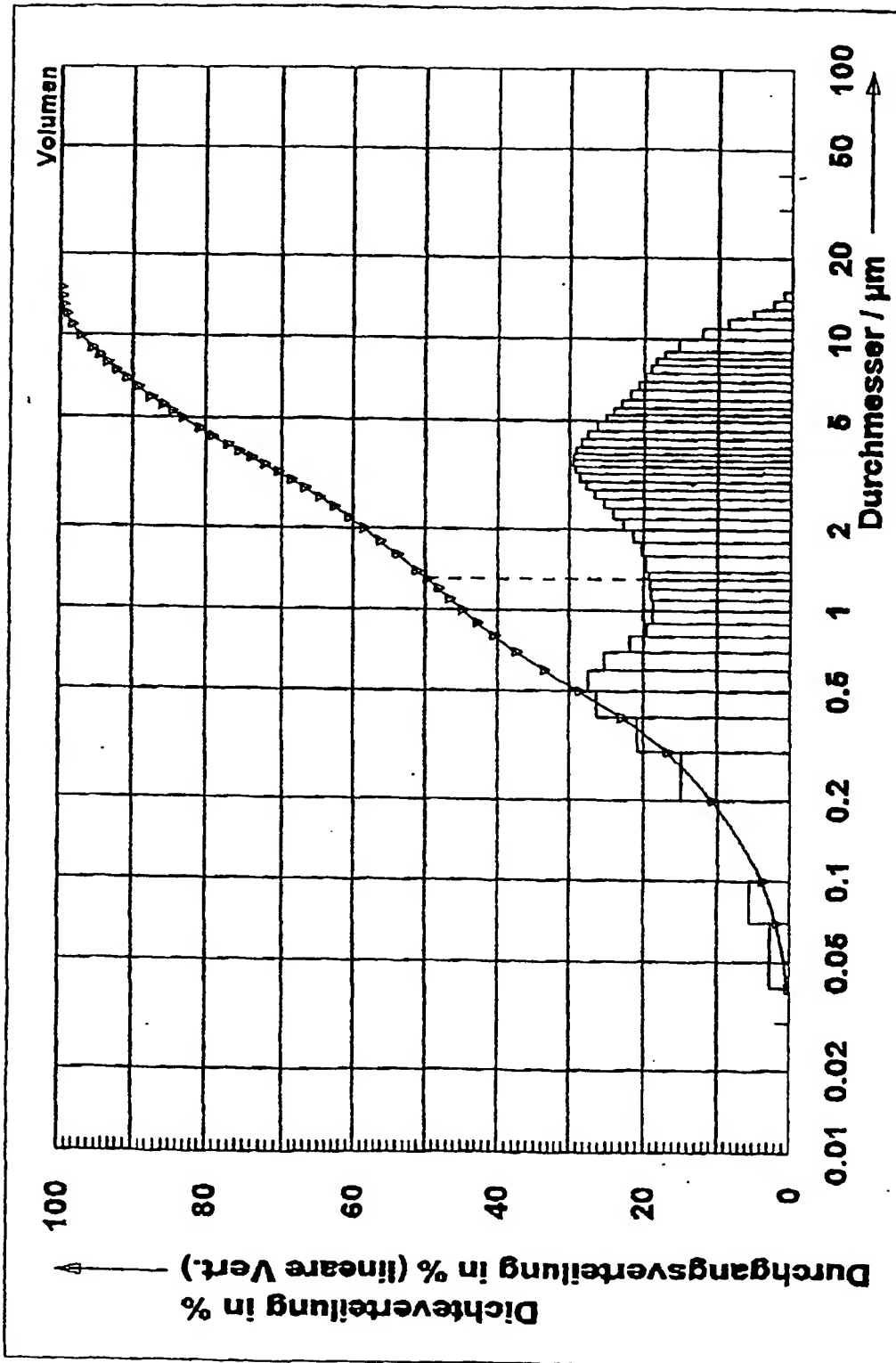
Figur 3



Figur 4

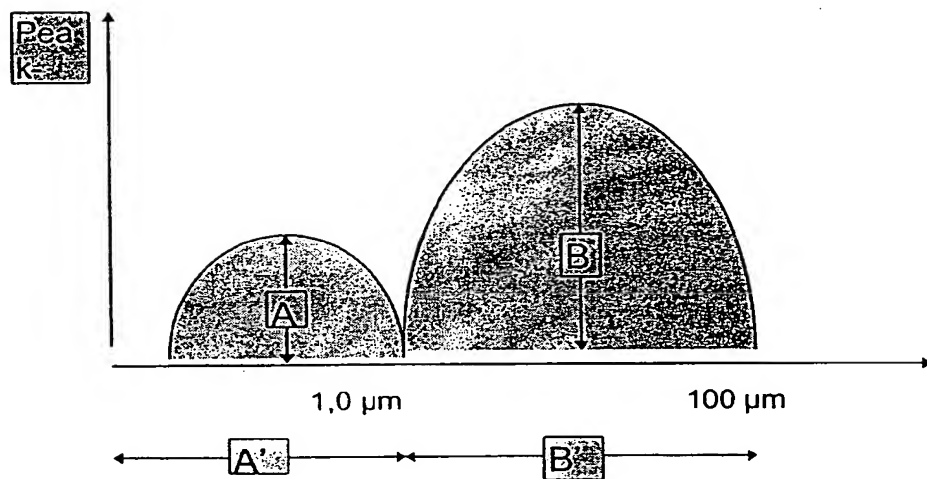


Figur 5



Figur 6





$$w_k = \frac{\text{Peakhöhe der nicht abbaubaren Partikel (B)}}{\text{Peakhöhe der abgebauten Partikel (A)}}$$

A' = Bereich von 0 bis  $< 1,0 \mu\text{m}$

B' = Bereich  $1,0 \mu\text{m} - 100 \mu\text{m}$

*Figur 7*



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 11 5208

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
P,A	EP 0 901 986 A (DEGUSSA) 17. März 1999 (1999-03-17) * Ansprüche 1-15 *	1-13	C01B33/193 C09C1/30 C08K3/36
A	WO 96 30303 A (RHONE POULENC CHIMIE) 3. Oktober 1996 (1996-10-03) * Ansprüche 1,22,23,26-38 * * Seite 9, Zeile 36 - Seite 11, Zeile 37 *	1-10,13	
A	US 4 040 858 A (WASON SATISH K) 9. August 1977 (1977-08-09) * Beispiele 14-23 * * Ansprüche 1-11 *	1-6	
A	EP 0 647 591 A (DEGUSSA) 12. April 1995 (1995-04-12) * Seite 4, Zeile 34 - Seite 5, Zeile 40 * * Ansprüche 1-3 *	1-13	
A	WO 95 09127 A (RHONE POULENC CHIMIE) 6. April 1995 (1995-04-06) * Seite 6, Zeile 20 - Seite 13, Zeile 4 *	1-10,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	EP 0 745 558 A (DEGUSSA) 4. Dezember 1996 (1996-12-04) * das ganze Dokument *	1,5-13	C01B
A	DE 44 23 493 A (DEGUSSA) 9. Februar 1995 (1995-02-09)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15. Oktober 1999	Prüfer Rigondaud, B
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P/M/C/03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 5208

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-10-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0901986 A	17-03-1999	DE 19740440 A	18-03-1999
		JP 11157826 A	15-06-1999
		PL 328556 A	29-03-1999
WO 9630303 A	03-10-1996	FR 2732329 A	04-10-1996
		AU 708040 B	29-07-1999
		AU 5338096 A	16-10-1996
		BR 9606287 A	23-09-1997
		CA 2191487 A	03-10-1996
		CN 1152296 A	18-06-1997
		EP 0762992 A	19-03-1997
		JP 10503748 T	07-04-1998
		PL 317375 A	01-04-1997
		TR 970246 T	21-03-1997
		US 5876494 A	02-03-1999
US 4040858 A	09-08-1977	US 3988162 A	26-10-1976
		US 4015996 A	05-04-1977
		US 8564255 I	30-03-1976
		US 4144321 A	13-03-1979
EP 0647591 A	12-04-1995	DE 4427137 A	13-04-1995
		BR 9404019 A	27-06-1995
		CN 1109445 A,B	04-10-1995
		DE 59400068 D	01-02-1996
		ES 2081223 T	16-02-1996
		FI 944679 A	08-04-1995
		JP 2556670 B	20-11-1996
		JP 7172815 A	11-07-1995
		KR 140827 B	01-06-1998
		RU 2076066 C	27-03-1997
WO 9509127 A	06-04-1995	TR 28814 A	03-04-1997
		FR 2710629 A	07-04-1995
		FR 2723581 A	16-02-1996
		AU 4366797 A	05-02-1998
		AU 686240 B	05-02-1998
		AU 7816394 A	18-04-1995
		CA 2150369 A	06-04-1995
		CN 1114832 A	10-01-1996
		EP 0670813 A	13-09-1995
		FI 952605 A	29-05-1995
		JP 2799773 B	21-09-1998
		JP 8502716 T	26-03-1996
		RU 2092435 C	10-10-1997
		ZA 9408071 A	06-06-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 5208

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 15-10-1999.  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-10-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0745558 A	04-12-1996	DE 19617039 A	05-12-1996
		BR 9602592 A	06-10-1996
		DE 59602369 D	12-08-1999
		ES 2133864 T	16-09-1999
		JP 9025115 A	28-01-1997
		PL 314565 A	09-12-1996
		TR 961046 A	21-12-1996
		US 5705137 A	06-01-1998
		US 5859117 A	12-01-1999
		ZA 9604505 A	03-09-1996
DE 4423493 A	09-02-1995	AT 142986 T	15-10-1996
		AU 665913 B	18-01-1996
		AU 6893294 A	11-05-1995
		CA 2129607 A,C	08-02-1995
		DE 59400684 D	24-10-1996
		DK 643015 T	23-12-1996
		EP 0643015 A	15-03-1995
		ES 2092850 T	01-12-1996
		FI 943648 A	08-02-1995
		GR 3021417 T	31-01-1997
		JP 2556667 B	20-11-1996
		JP 7149514 A	13-06-1995
		KR 9705188 B	14-04-1997
		NO 942882 A	08-02-1995
		US 5484581 A	16-01-1996
		ZA 9405890 A	16-03-1995

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82